

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

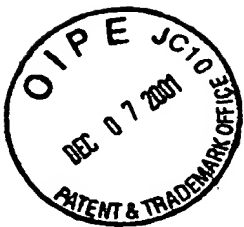
**Defective images within this document are accurate representations of
the original documents submitted by the applicant.**

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



SS [signature]
76
1-29-02
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Yasuhiro KOIZUMI et al

Art Unit:

S. N. 09/920,450

Examiner:

Filed: August 1, 2001

For: DEFECT INSPECTION APPARATUS
FOR PHASE SHIFT MASK

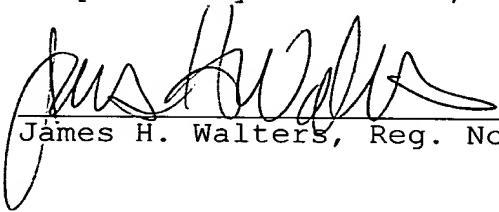
TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

This application claims priority from Japanese Patent Application No. 2000-235796 filed August 3, 2000. A certified copy of the Japanese patent application is submitted herewith in order to support the claim for priority.

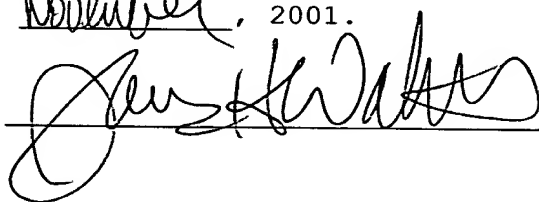
Respectfully submitted,


James H. Walters, Reg. No. 35,731

802
DELLETT AND WALTERS
Suite 1101
310 S.W. Fourth Avenue
Portland, Oregon 97204 US
(503) 224-0115
DOCKET: A-407

Certificate of Mailing

I hereby certify that this correspondence is being deposited as first class mail with the United States Postal Service in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on this 2nd day of November, 2001.


James H. Walters



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

5N 09/920,450
DN 9920/1
Attorney Docket: A-407

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月 3日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-235796

出 願 人

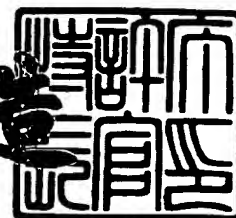
Applicant(s):

大日本印刷株式会社

2001年 8月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3069914

【書類名】 特許願

【整理番号】 NDN00731

【提出日】 平成12年 8月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03F 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

【氏名】 古泉 裕弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

【氏名】 村井 史昌

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

【氏名】 野口 茂

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

【氏名】 土屋 勝英

【特許出願人】

【識別番号】 000002897

【氏名又は名称】 大日本印刷株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097777

【弁理士】

【氏名又は名称】 菰澤 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100088041

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部龍吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100092495

【弁理士】

【氏名又は名称】 蛭川昌信

【選任した代理人】

【識別番号】 100092509

【弁理士】

【氏名又は名称】 白井博樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100095120

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田亘彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100095980

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅井英雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100094787

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木健二

【選任した代理人】

【識別番号】 100091971

【弁理士】

【氏名又は名称】 米澤 明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014960

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004649

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位相シフトマスクの欠陥検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスク透明基板上に透過光に位相差を生じさせる位相シフトパターンが設けられた位相シフトマスクの欠陥検査装置において、前記位相シフト形成後に前記位相シフトマスクの前記マスク透明基板側から位相シフトの欠陥検査を行うことを特徴とする位相シフトマスクの欠陥検査装置。

【請求項 2】 前記位相シフトマスクの前記マスク透明基板側から光を照射し、位相シフト加工部の異なる 2 か所以上の反射像を取り込み、その各々の反射像の画像信号を比較して、その信号差によってマスク上の欠陥を検出することを特徴とする請求項 1 記載の位相シフトマスクの欠陥検査装置。

【請求項 3】 前記位相シフト加工部の異なる 2 か所以上の部分は、相互に異なるチップパターンの位相シフト加工部であることを特徴とする請求項 2 記載の位相シフトマスクの欠陥検査装置。

【請求項 4】 前記位相シフト加工部の異なる 2 か所以上の反射像を別々の拡大光学系を通して取り込むことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の位相シフトマスクの欠陥検査装置。

【請求項 5】 前記位相シフト加工部の異なる 2 か所以上の部分は、同一チップパターン内の異なる位相シフト加工部であることを特徴とする請求項 2 記載の位相シフトマスクの欠陥検査装置。

【請求項 6】 前記位相シフト加工部の異なる 2 か所以上の反射像を同一の拡大光学系を通して取り込むことを特徴とする請求項 2 又は 5 記載の位相シフトマスクの欠陥検査装置。

【請求項 7】 前記の反射光による反射像の取り込みが、暗視野照明による暗視野像あるいは明視野照明による明視野像であることを特徴とする請求項 2 から 6 の何れか 1 項記載の位相シフトマスクの欠陥検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、位相シフトマスクの欠陥検査装置に関し、特に、位相シフトマスクの位相シフトの欠陥検査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路の微細化が進み、回路素子や配線の設計ルールがサブミクロンオーダーになると、i線（波長365nm）、KrF線（波長245nm）等の光によってフォトマスク上の集積回路パターンを半導体ウエハに転写するフォトリソグラフィ工程においては、パターン転写精度の低下が深刻な問題となる。そこで、特に解像度の要求される工程のフォトマスクには、光透過部に位相シフトを配した位相シフト（フォト）マスクが用いられている。

【0003】

位相シフトマスクの構造は、主に、マスクの光透過部に位相シフト形成するためにガラス基板を彫り込んだ基板彫り込み型位相シフトマスクである。その断面図を図2に示す。ガラス基板31上に繰り返し模様のクロム遮光パターン32を設け、1個おきのスペース部の透明基板31を使用波長の半波長分（位相差にして約180°）エッチング除去して彫り込み33を形成してなるものである。

【0004】

これらの位相シフトフォトマスク上の位相シフト欠陥は、マスク作成プロセスにおいて発生し、例えば180°位相形成部に異物等が付着し、位相シフトの部分的不加工欠陥や、位相シフト未加工部にレジストピンホール等による余剰位相シフト欠陥がある。

【0005】

位相シフト形成部のエッジは、クロムパターンの下に形成されることと、また、位相シフトは光透過部に形成されることから、従来の透過光検査や、表裏両面から光を照射して反射光と透過光との比較検査方式では、上記位相シフト欠陥が全て検出できないことから、現在、検査対象フォトマスクを露光装置にてウエハ上に転写し、その転写パターンを用いて検査機にて欠陥有無をチェックし判定する方法が行われている。

【0006】

しかし、線幅 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の半導体集積回路デバイスになると、ウエハ上のパターン欠陥検出サイズは、 $10\sim 30\ \text{nm}$ となり、ウエハ欠陥検査装置での検出が不可能になる。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

以上の状況から、基板彫り込み型位相シフトマスクの位相シフト欠陥検査装置の開発が必要となってきた。

【 0 0 0 8 】

これまでの技術とその問題点としては、

- 1) 位相シフトはマスクの光透過部に形成されることから、市販されている K L A. T e n c o r 社、レーザテック社等の透過光検査方式の検査装置では、光透過部のガラス上に形成された位相差のズレ段差欠陥は検出できない。
- 2) 特に基板彫り込み型位相シフトマスクの欠陥検査は、位相シフト形成部のエッジがクロムパターンの下に形成されることから、マスク検査装置のもう 1 つの検査方式である S T A R l i g h t (K L A. T e n c o r 社商品名) 検査方式、マスクの被検査部の任意の場所において、マスクの裏面からの透過光像と表面からの反射光像を比較する検査方法でも、位相シフト欠陥は検出できない。
- 3) レーザテック社の 9 M D 8 3 S R 等のマスクパターン形成された表面からの反射光検査では、位相差のズレが 120° 以下と位相ズレ量が低くなる場合は検出できない。
- 4) 以上、現在市販されているマスク検査装置では、位相シフト欠陥が十分に検出できないことから、位相シフトマスクの欠陥の有無確認のため、検査対象フォトマスクをウエハ露光装置にてウエハ上に転写し、その転写パターンを 2 チップ比較検査装置にて位相シフトマスクの欠陥有無を判定する方法が行われている。そのため、マスク製作プロセスでは評価できず、ウエハプロセスに依頼して評価しており、マスク製作工数は長くなる。
- 5) しかも、将来、微細化が進み線幅 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の微細パターンになると、ウエハに転写して位相シフトマスクを評価する場合、その欠陥サイズが $10\sim 30\ \text{nm}$ になり、現在のウエハ欠陥検査装置での検出感度が不足し検査ができず評

価する手段がなくなる。

【 0 0 0 9 】

本発明は従来技術のこのような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は、光学的な方法と電気信号の比較を用いた簡単な方法で、従来の検査技術で検出できなかった位相シフト欠陥を検出できる位相シフトマスクの欠陥検査装置を提供することである。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の位相シフトマスクの欠陥検査装置は、マスク透明基板上に透過光に位相差を生じさせる位相シフトパターンが設けられた位相シフトマスクの欠陥検査装置において、前記位相シフト形成後に前記位相シフトマスクの前記マスク透明基板側から位相シフトの欠陥検査を行うことを特徴とするものである。

【 0 0 1 1 】

この場合、位相シフトマスクのマスク透明基板側から光を照射し、位相シフト加工部の異なる2か所以上の反射像を取り込み、その各々の反射像の画像信号を比較して、その信号差によってマスク上の欠陥を検出するようにすることが望ましい。

【 0 0 1 2 】

そして、その位相シフト加工部の異なる2か所以上の部分は、相互に異なるチップパターンの位相シフト加工部であってもよい。

【 0 0 1 3 】

その場合は、位相シフト加工部の異なる2か所以上の反射像を別々の拡大光学系を通して取り込むことが望ましい。

【 0 0 1 4 】

また、その位相シフト加工部の異なる2か所以上の部分は、同一チップパターン内の異なる位相シフト加工部であってもよい。

【 0 0 1 5 】

その場合は、位相シフト加工部の異なる2か所以上の反射像を同一の拡大光学

系を通して取り込むことが望ましい。

【 0 0 1 6 】

また、反射光による反射像の取り込みは、暗視野照明による暗視野像が望ましいが、明視野照明による明視野像であってもよい。

【 0 0 1 7 】

本発明においては、位相シフト形成後に位相シフトマスクのマスク透明基板側から位相シフトの欠陥検査を行うので、位相シフト加工部のエッジ形状、位相シフトの有無、位相シフト高さの差等が容易に確認でき、位相シフト欠陥を容易に検出することができる。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

本発明の基本は、位相シフトマスクのガラス基板の位相シフト加工部の位相シフト欠陥を検出するために、マスク裏面から光を照射してその反射光を拡大光学系を通して位相シフト形状を拡大して取り込み、取り込まれた2つ以上の像の電気信号を比較し、信号差を生じたマスク上の座標を位相シフト欠陥部と判定するものである。本発明の検査方式は、マスクのガラス基板側の裏面に光を照射し、その反射光にて位相シフト検査をする検査方式である。

【 0 0 1 9 】

以下、図1を参照にして、本発明の位相シフトマスクの欠陥検査装置の1実施例について説明する。

【 0 0 2 0 】

本実施例の位相シフトフォトマスク（レチクル）1は、例えば半導体集積回路装置の製造工程の露光工程において、所定の集積回路パターンを半導体ウエハ上に転写するためのものである。このフォトマスク1には、実寸の例えば5倍や4倍の集積回路パターンの原画が形成されている。図1の位相シフトフォトマスク1は、図2と同様の基板彫り込み型位相シフトマスクであり、ガラス基板7上に繰返し模様のクロム遮光パターン2を設け、1個おきのスペース部の透明基板7を露光波長の半波長分（位相差180°）エッチング除去して彫り込み3を形成してなるものであり、同一ガラス基板7上に複数の同一のチップパターンが所

定間隔で配置されてなるものである。

【0021】

図1は、1実施例の位相シフトマスクの欠陥検査装置の構成を示す図であり、検査対象の位相シフトフォトマスク1を裏面側を上にして載置するためのステージ6を備えており、ステージ6上に載置された位相シフトフォトマスク1のガラス基板7のマスク裏面8の別々のチップパターン2か所に照明光を照射するための光源10が配置され、その光源10を間に挟んで配置された2つの対物レンズ9a、9bとそれらの像面に配置されたCCD等の光電変換受光素子15a、15bとからなる一对の同一特性の撮像系を備えている。

【0022】

光源10から相互に反対方向に照射された照射光12は、それぞれコンデンサーレンズ11を通して、それぞれの撮像系の対物レンズ9a、9bと光電変換受光素子15a、15bの間に配置されたハーフミラー13で偏向されて対物レンズ9a、9bを経て、位相シフトフォトマスク1のチップパターンの一方の正常な位相シフト形成部3と、別のチップパターンの余剰位相シフト形成欠陥部4、位相シフト未加工欠陥部5等の位相シフト欠陥部とを照明し、それらの部分からの反射光14は、それぞれ対物レンズ9a、9bで撮像系に取り込まれ、光電変換受光素子15a、15b上にそれらの部分の拡大像が結像される。

【0023】

光電変換受光素子15a、15bで得られた電気信号を、光電変換受光素子15a、15bに接続された電気増幅回路16a、16bにてそれぞれ増幅し、例えば位相シフト正常部3の電気信号17、位相シフト欠陥部4、5の欠陥部電気信号18として出力される。これらの2つの信号17、18は比較演算回路19に入力して処理され、信号17、18の異差判定回路20に送られる。

【0024】

位相シフト欠陥がある場合、信号17、18間に差分が生じ、そのレベルが一定の閾値23を越えると欠陥と判断される。

【0025】

このとき、ステージ6の座標位置測定回路21の座標を取り込み、その欠陥座

標データは検査データ収納回路 2 2 に保存される。

【 0 0 2 6 】

欠陥検査はステージ 6 をスキャンさせてマスク全面を検査し、検査終了後、検査データ収納回路 2 2 より欠陥座標データと呼び出し、マスク 1 を欠陥検出部に移動させ、その部分の左右撮像系の信号 1 7、1 8を確認することにより、欠陥が左右の何れのチップパターンにあるか判定し、新たに判定したデータを検査データ収納回路 2 2 に保存する。

【 0 0 2 7 】

このように、本発明は、基板彫り込み型位相シフトマスク等の位相シフト下置きタイプのレベンソン型位相シフトマスクのマスク裏面から光を照射するマスク検査方式である。マスク裏面から光を照射すると、位相シフト加工部のエッジ形状、位相シフトの有無、位相シフトの高さの差等が確認しやすく、特に暗視野照明することにより得られる暗視野像は検出しやすい特徴がある。もちろん、図 1 のような明視野照明による明視野像でもよい。

【 0 0 2 8 】

以上、本発明を実施例に基づいて具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【 0 0 2 9 】

例えば、裏面照射光源 1 0 は、短波長 i 線、K r F 等の短波長のレーザ光を用いることにより、検出感度が向上する。また、対物レンズを単眼にして、1 本の対物レンズ内に 2 本以上の照射光を入れて隣接するパターン間の比較をすることにより、マスク上にシングルチップパターンが配列されたマスクの検査も可能となる。

【 0 0 3 0 】

また、本発明の検査装置は、位相シフトマスク以外の例えばディスプレイ用の大きなガラス基板上の掘り込み加工パネルのパターン検査にも適用可能である。

【 0 0 3 1 】

【発明の効果】

半導体デバイスの微細化に伴い、デバイス製造プロセスでの微細加工が要求される工程のフォトリソマスクには、位相シフトマスクの適用が行われている。

【0032】

位相シフトマスクは、露光波長に合わせて遮光帯を挟んで左右の光透過部の光位相を 0° と 180° に差をつけ、微細な遮光帯のウエハ転写解像度を向上させるものであり、位相シフタ形成部の位相差は例えば $\pm 3^{\circ}$ 以下という厳しい要求がされている。

【0033】

以上のことから、位相シフタ形成部の余剰位相シフタ欠陥、位相シフタ欠け欠陥、位相シフタの位相差のズレ等の欠陥は、ウエハ上で解像不良となることから全て検出しなければならない。

【0034】

本発明の位相シフトマスクの欠陥検査装置は、このような位相シフタ欠陥の検出ができることから、この装置で検査した位相シフトマスクを用いることにより、ウエハ上での解像不良がなくなる。また、従来行っていたウエハ転写評価が不要となる。

【0035】

また、製品全体から見ると、位相シフトマスクの適用される先端半導体デバイス（SRAM、DRAM、マイクロプロセッサ、Logic）の設計評価精度の向上と開発期間の短縮、また、量産時の歩留向上に効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の位相シフトマスクの欠陥検査装置の1実施例の構成を示す図である。

【図2】

基板彫り込み型位相シフトマスクの断面図である。

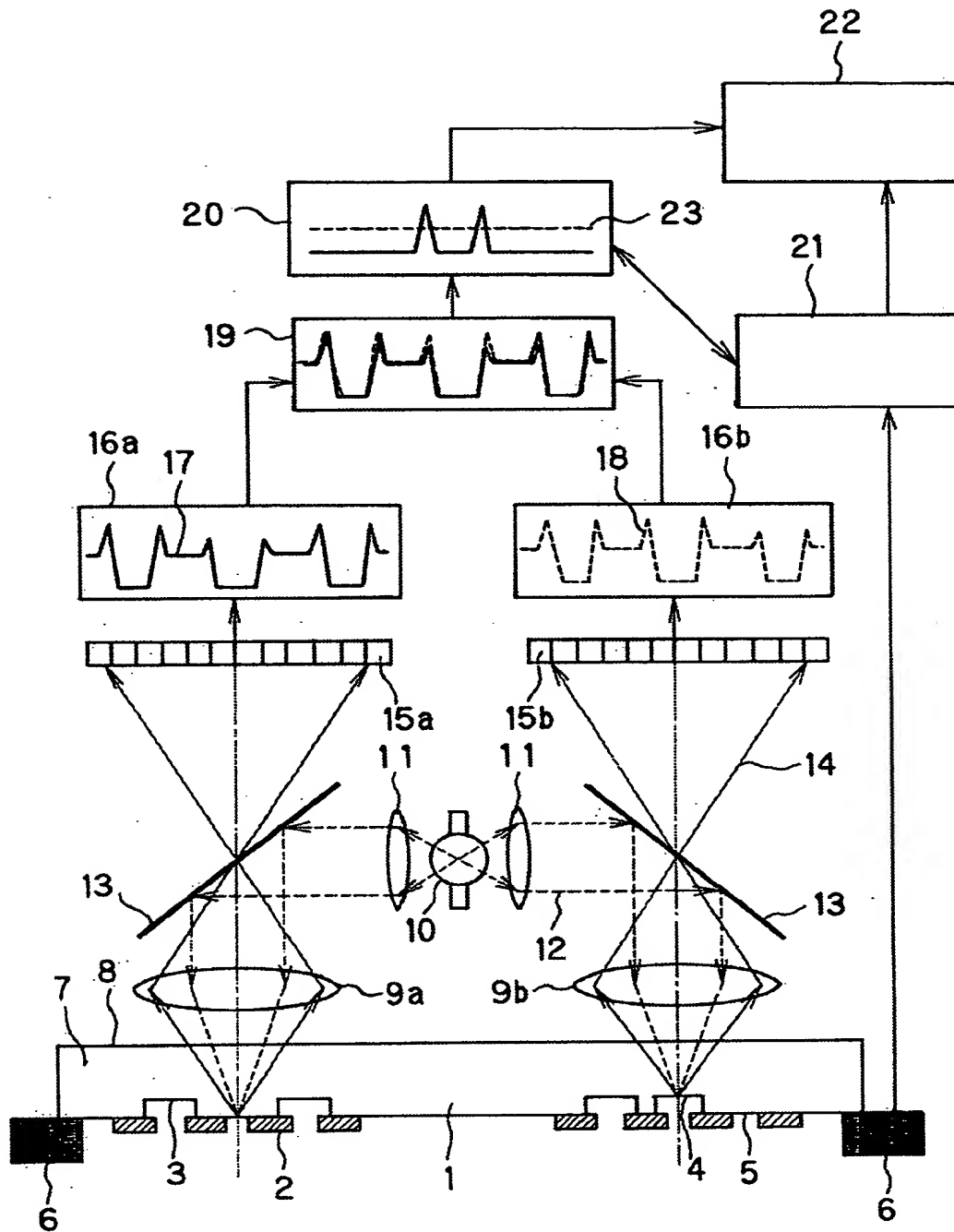
【符号の説明】

- 1…位相シフトフォトリソマスク（レチクル）
- 2…クロム遮光パターン
- 3…彫り込み（位相シフタ形成部）

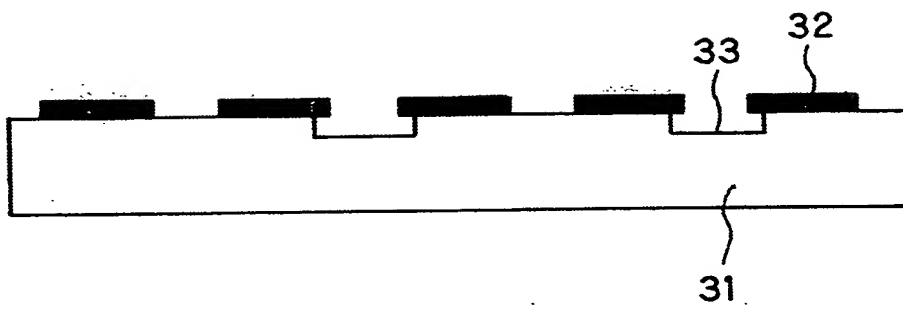
- 4 …余剰位相シフタ形成欠陥部
- 5 …位相シフタ未加工欠陥部
- 6 …ステージ
- 7 …ガラス基板
- 8 …マスク裏面
- 9 a、9 b …対物レンズ
- 1 0 …光源
- 1 1 …コンデンサーレンズ
- 1 2 …照射光
- 1 3 …ハーフミラー
- 1 4 …反射光
- 1 5 a、1 5 b …光電変換受光素子
- 1 6 a、1 6 b …電気増幅回路
- 1 7 …正常部電気信号
- 1 8 …欠陥部電気信号
- 1 9 …比較演算回路
- 2 0 …異差判定回路
- 2 1 …座標位置測定回路
- 2 2 …検査データ収納回路
- 2 3 …閾値
- 3 1 …ガラス基板
- 3 2 …クロム遮光パターン
- 3 3 …彫り込み

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学的な方法と電気信号の比較を用いた簡単な方法で、従来の検査技術で検出できなかった位相シフト欠陥を検出できる位相シフトマスクの欠陥検査装置。

【解決手段】 マスク透明基板 1 上に透過光に位相差を生じさせる位相シフトパターンが設けられた位相シフトマスクの欠陥検査装置において、位相シフト形成後に位相シフトマスク 1 のマスク透明基板 1 側から位相シフトの欠陥検査を行う。そのために、位相シフトマスク 1 のマスク透明基板 1 側から光 1 2 を照射し、位相シフト加工部の異なる 2 か所以上の反射像を光電変換受光素子 1 5 a、1 5 b で取り込み、その各々の反射像の画像信号 1 7、1 8 を比較して、その信号差によってマスク上の欠陥を検出する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002897]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
氏 名	大日本印刷株式会社